

# Die Natur zum Vorbild

## Proteinfasern für technische Applikationen

### Proteinbiomaterialien

Die Natur hat in Jahrmillionen Materialien hervorgebracht, deren enormes Potential und Bedeutung für technische Applikationen wir erst langsam beginnen zu verstehen. Unser Lehrstuhl an der FAN der Uni Bayreuth untersucht neue Möglichkeiten einzigartige Faserproteine rekombinant herzustellen und davon abgeleitete Materialien für entsprechende Anwendungen zu entwickeln. Proteine sind äußerst vielfältige Moleküle. Sie übernehmen als Enzyme, Antikörper oder Hormone wichtige Funktionen, welche das Leben wie wir es kennen erst ermöglichen. Eine besondere Klasse von Proteinen stellen Struktur(Faser)Proteine dar. Diese dienen meist als Gerüststoffe in Geweben oder Zellen von Lebewesen. Beispiele für Strukturproteine sind Keratin (Haare), Aktin (Muskeln) oder Kollagen (Haut). Neben den Strukturproteinen, die für Aufbau und Funktion von Zellen oder

Geweben von Organismen notwendig sind, gibt es auch solche, die spezielle „externe“ Aufgaben erfüllen. Hierzu zählt beispielsweise die von Gliedertieren produzierte Seide oder Kollagenfasern (Byssi) von Muscheln. Seiden- und Muschelfasern sind schon seit Jahrtausenden bekannt und werden seitdem von Menschen in unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt. Insbesondere für die Textilherstellung haben sie u.a. aufgrund ihres Glanzes und ihrer Widerstandsfähigkeit seit jeher eine herausragende Bedeutung.

### Herstellung von Faserproteinen im Labor

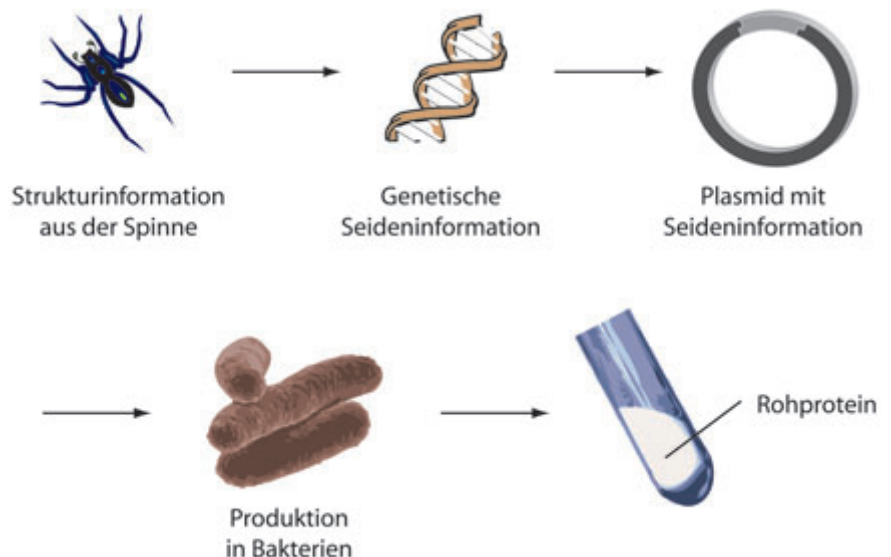
Aufgrund gewisser Limitierungen bei der Verfügbarkeit der natürlichen Fasern, wird seit einigen Jahren intensiv an der biotechnologischen Produktion der zugrunde liegenden Proteine geforscht. Für eine rekombinante Produktion wird die Erbinformation (das Gen) des zu produ-

zierenden Proteins analysiert und in einen Produktions-Wirtsorganismus (meist Bakterien) eingepflanzt (Abbildung 1). Durch die großen organismischen Unterschiede zwischen den relativ hochentwickelten Eukaryoten (zu denen Insekten, Muscheln oder auch Spinnen gehören) und Prokaryoten (wie z.B. Bakterien) müssen die Gene jedoch entsprechend modifiziert und angepasst werden, damit eine effiziente rekombinante Produktion erfolgen kann.

### Verarbeitung von Faserproteinen

In der Natur werden Faserproteine durch ausgeklügelte Mechanismen weiterverarbeitet bzw. versponnen. Eine genaue Abstimmung von den natürlich auftretenden biochemischen Prozessen in Kombination mit physikalischen Phänomenen stellt Naturwissenschaftler und Ingenieure vor eine große Herausforderung, denn es können dafür

Abbildung 1: Schematische Darstellung der rekombinanten Herstellung von Faserproteinen. Die Informationen über die Faserproteine (z.B. der Spinne) werden mittels Computeranalyse ausgewertet. Die gewonnene Information über die Proteinsequenz wird in genetische Information übersetzt und entsprechende Gene synthetisiert, die in Form von sogenannten Plasmiden in Wirtsorganismen (z.B. Bakterien wie *E. coli*) eingebracht werden, welche darauf rekombinante Proteine herstellen. Mittels Fermentation können die Wirtsorganismen in großen Mengen produziert werden. Die Faserproteine werden aus den Zellen isoliert und liegen nach Aufarbeitung und Gefrier-trocknung in Pulverform vor.



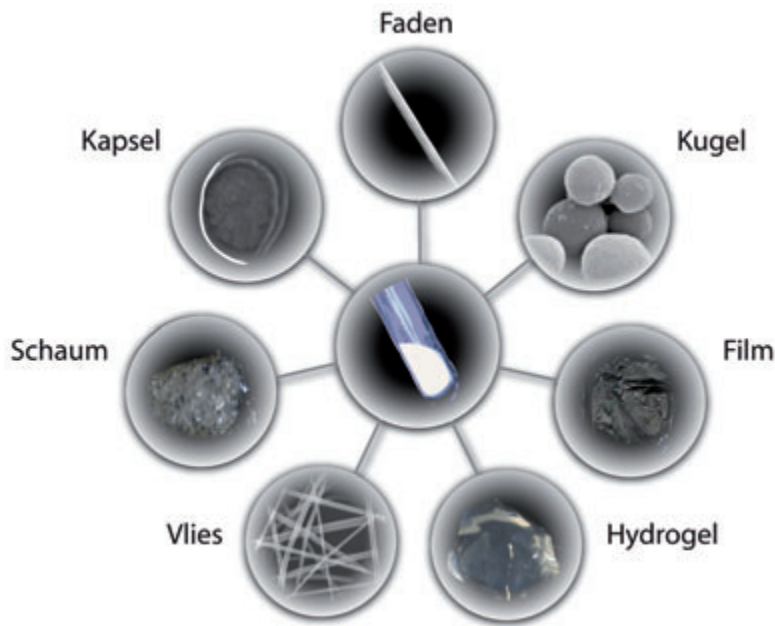


Abbildung 2: Am Lehrstuhl Biomaterialien hergestellte dreidimensionale Strukturen aus rekombinantem Spinnenseidenprotein.

keine in der Industrie etablierten Spinn- und Verarbeitungsverfahren adaptiert und angewendet werden. Allerdings ist uns in den letzten Jahren gelungen, das durch biotechnologische Produktion gewonnene Proteinrohmaterial durch von uns zum Teil neu entwickelte technische Verfahren in Fasern zu überführen. Neben der Fadenherstellung gibt es weitere Prozesse zur Rohmaterialverarbeitung, bei denen weniger große technische Barrieren überwunden werden müssen. Unterschiedlich verarbeitete Seidenproteine sind in Abbildung 2 zu sehen. Wissenschaftlich und kommerziell interessant ist hier z.B. die Herstellung von dünnen Folien und Filmen aus Proteinen. Durch Gieß- oder Sprühverfahren können hier Proteinfolien mit Dicken im Bereich von Nanometern bis zu Mikrometern erstellt werden. Diese Folien sind homogen und kristallklar und relativ widerstandsfähig. Proteinfolien erreichen mechanische Parameter, die mit herkömmlichen Kunststofffolien vergleichbar sind, weisen aber eine wesentlich bessere Luft und Wasserdampfdurchlässigkeit auf als z.B. PVC oder PE. Zudem kann eine Proteinfolie nachträglich chemisch modifiziert werden, was bei Kunststofffolien selten oder nur mit großem Aufwand möglich ist.

### Anwendungsgebiete für Faserproteine

Seide und Kollagen sind interessante Biomaterialien, die für unzählige Anwendungen eingesetzt werden könnten. Neben dem leicht vorstellbaren Einsatz in Textilien ist vor allem die Anwendung in Biomedizinprodukten von großer Relevanz. Ein besonderes Beispiel für den Einsatz von Spinnenseidenfasern in der Medizintechnik ist die Rekonstruktion von Nerven in der plastischen Chirurgie. Im peripheren Nervensystem ist es sehr selten, dass sich Nerven ohne Eingriff von außen nach einer Schädigung wieder regenerieren. Ein klinischer Ansatz ist heutzutage die Transplantation von Nervengewebe aus anderen Körperregionen, um längere Läsionen zu überbrücken. Eine Alternative wird derzeit in ersten Studien untersucht: Mit Spinnenseidenfasern können künstliche funktionelle Nervenimplantate erzeugt werden, die eine ausgezeichnete Therapiemöglichkeit für Nervenläsionen darstellen. Aber auch außerhalb der Medizintechnik gibt es Ansatzpunkte für Proteinbiomaterialien. Filme aus Spinnenseidenproteinen können z.B. als Oberflächenbeschichtung oder einzigartiges Verpackungsmaterial Einsatz finden. Wir hoffen, dass in nicht

## Prof. Dr. Thomas Scheibel



Prof. Dr. Thomas Scheibel, geb. 1969, hat an der Universität Regensburg Biologie und Biochemie studiert und dort seine Diplom- und Doktorarbeit durchgeführt. Seinen Postdoc verbrachte er an der University of Chicago, USA. Von 2001 bis 2007 arbeitete er als Arbeitsgruppenleiter am Lehrstuhl für Biotechnologie (Prof. Buchner) an der TU München (Habilitation im Juni 2007) und beschäftigt sich seither mit der Herstellung, Charakterisierung und technischen Nutzung von Proteinmaterialien. Prof. Scheibel hat im November 2007 den neuen Lehrstuhl für Biomaterialien in der Fakultät für angewandte Naturwissenschaften an der Universität Bayreuth übernommen. Die wissenschaftlichen Leistungen wurden in den letzten Jahren durch eine Anzahl von Preisen u.a. dem Junior Scientist Award des Kompetenzzentrums Neue Materialien (2004), dem Promegapreis "Hauptsache Biologie" (2005), dem Innovationsanerkennungspreis des Bayerischen Ministerpräsidenten (2006), einem Preis des Wettbewerbs „Innovationen aus der Natur“ des BMBF (2007) und der Heinz-Maier-Leibnitz Medaille (2007) gewürdigt.

person & werdegang

allzu ferner Zukunft unsere rekombinanten Faserproteine Einzug in neuartige Produkte und damit ins tägliche Leben halten werden.

### Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Mitarbeitern bedanken, die die Umsetzung der „visionären“ neuartigen Ideen in den letzten Jahren ermöglicht haben. Großer Dank geht an meine ehemalige Münchner Arbeitsgruppe, die komplett an die Universität Bayreuth gewechselt und hier einen „Kick-Start“ ermöglicht hat. Ein großer Dank geht auch an Dr. Lin Marc Römer, der bei der Erstellung dieses Artikels und der Abbildungen große Unterstützung geleistet hat. ■